

IPARI ÜZEMEK SŰRÍTETT LEVEGŐ HÁLÓZATÁNAK ENERGETIKAI MÉRÉSE

SZABÓ GÁBOR⁽¹⁾, FORGÁCS ENDRE⁽¹⁾
és KOLTAI ATTILA⁽²⁾,

⁽¹⁾Élelmiszeripari Műveletek és Berendezések Tanszék
⁽²⁾ENTRA-SYS Mérnök KFT, Szeged

ÖSSZEFOGLALÓ

A közlemény a sűrített levegő-előállítás, elosztás és felhasználás energetika szempontból legfontosabb kérdéseivel foglalkozik.

Az üzemi hálózatok esetében az igényelt sűrített levegő mennyiségének meghatározásánál nem hagyatkozhatunk csak a kompresszorok adattábláján megadott értékekre, hanem mérésekkel kell a levegőfogyasztást meghatározni. A mérés azért fontos, mert jelenleg nem ismert olyan számítási módszer, mellyel egy meglévő üzem sűrített levegő igénye a fogyasztók csatlakozási pontjánál pontosan meghatározható.

Az ismertetésre kerülő mérés célja a felhasznált sűrített levegő mennyiségi és minőségi jellemzőinek meghatározása.

A szerzők célja, hogy az üzemi szakemberek figyelmét felhívja azokra a pontokra, ahol a sűrített levegő rendszerekben a legnagyobb energiaveszteségek keletkeznek és segítséget nyújtson a gyakorlati szakembereknek meglévő sűrített levegő hálózatok olyan rekonstrukciójában, hogy energetikai szempontból optimális rendszert hozzanak létre.

1. SŰRÍTETT LEVEGŐ HÁLÓZAT ENERGETIKAI MÉRÉSÉNEK CÉLJA

Az ipari gyártástechnológiákban növekvő mértékben alkalmaznak erőátviteli megoldásként pneumatikus hajtásokat, valamint vezérléseket. A széleskörű alkalmazás a sűrített levegő, mint energiaszállító közeg előnyös tulajdonságaira vezethető vissza. Ezek a tulajdonságok a sűrített levegő nagy kompresszibilitása, kis viszkozitása. Sűrített levegő alkalmazásakor nem kell számolni a nyomóközeg előregedésével. Biztonsággal alkalmazható tűz és robbanásveszélyes helyen, környezeti hatásokra érzéketlen. A pneumatikus berendezések a környezetet nem szennyezik. A sűrített levegő rendszerek vezérlése tipizált elemekkel oldható meg.

Lektor: Dr. Zana János egyetemi adjunktus, Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem

Ezen előnyök miatt az élelmiszeripari gépgyártás területén is egyre elterjedtebb a pneumatika alkalmazása. A sűrített levegő előállítása és gazdaságos felhasználása érdekében nagy figyelmet kell fordítani a hálózat és berendezések mennyiségi veszteségeire, a nyomás veszteségekre, a sűrített levegő minőségére, az energia fogyasztás csökkentésére.

1.1. A hálózat állapotfelmérése, a nyomvonal rögzítése

A sűrített levegő rendszer állapotfelméréséhez szükséges adatokat és információkat helyszíni felmérések során kell összegyűjtenünk. A sűrített levegő hálózat nyomvonal feltérképezését egy szakaszos, műszeres mérés-adatgyűjtés kell hogy kiegészítse ahhoz, hogy pontos képet kaphassunk az adott léghálózat működését jellemző energetikai mutatókról.

Az aktualizált nyomvonalterveket többek között CAD program segítségével szemléletesen ábrázolhatjuk. Ha az állapotfelmérést az üzemek bejárásával helyszíni, kézi vázlatok készítésével, majd a vázlatok alapján az aktualizált nyomvonalterv számítógépre történő felvitelével oldjuk meg, akkor a nyomvonaltervek alapján világosan végig követhetők az egyes berendezések táplálásai. Az egyes gerinchálózatok és a hozzájuk tartozó elosztóhálózatok külön-külön "rétegeken" ábrázolhatók, ami azt jelenti, hogy az egyes hálózatok jól elkülöníthetők. Így esetleges hibaelhárítások, bővítések, karbantartások során könnyen megtalálható az adott esetben legcélszerűbb bekötési pont, vagy kiszűrhető a hiba helye.

2. SŰRÍTETT LEVEGŐ HÁLÓZAT ENERGETIKAI MÉRÉSÉNEK MÓDSZERE

Üzemi méréseinket egy tipikus nagyfogyasztó, bonyolult, többször módosított sűrített levegő hálózattal rendelkező élelmiszeripari üzemben végeztük.

A mérés során az összes átáramló levegőmennyiség (Q_v), a rendszernyomás (p) és a hőmérséklet (t) értéket regisztráltuk.

2.1 Mérés elméleti módszere

A nyomás és hőmérséklet mérése viszonylag egyszerű feladat, a térfogatáram (Q_v) mérése azonban összetettebb az előzőeknél (léteznek ugyan ún. turbinás levegőmennyiség mérő műszerek, de ezek nagy mennyiségek mérésénél rendkívül költségesek). A fentiek miatt dolgoztunk ki egy lényegesen olcsóbb, ugyanakkor rendkívül pontos mérőperemes mérést, melyet az alábbiakban röviden ismertetünk.

A nyomás mérése pontos és kényelmes. Ezért a sebességmérést erre vezetjük vissza. A mérőperemmel a csőben uralkodó átlagsebességet határozzuk meg egyetlen nyomáskülönbség mérése útján. A nyomáskülönbségből számított sebesség:

$$v_2 = \beta / (1 - \mu^2 m^2)^{1/2} [2/\rho (p_1 - p_2)]^{1/2} \quad (1)$$

ahol $b < 1$

$$Q_v = \beta / (1 - \mu^2 m^2)^{1/2} \mu A_2 [2/\rho (p_1 - p_2)]^{1/2} = \alpha A_2 [2/\rho (p_1 - p_2)]^{1/2} \quad (2)$$

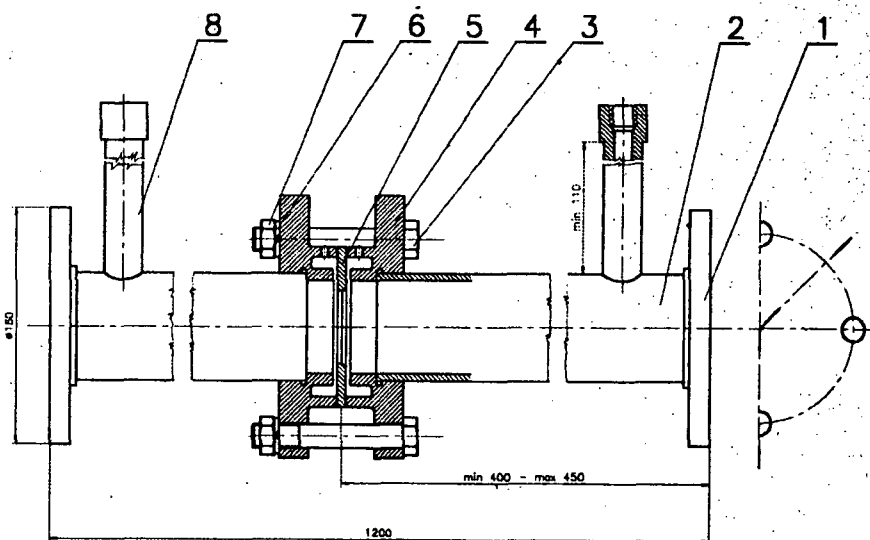
ahol:

- μ összehúzóds tényezője
- p_2 kilépő nyomás (2)
- m keresztmetszetviszony
- A_2 keresztmetszet
- ρ sűrűség
- α átömlési szám
- p_1 belépő nyomás

Az átömlési szám (α) meghatározására igen nagyszámú mérést végeztek és a Reynolds-szám függvényében szabványosított diagramban rögzítették az adatokat. A mérésekhez a mérőperemet is szabványosították (pl.: DIN 1952).

2.2 A mérés gyakorlata

A mérőszakasz átmérőjét előzetes számításokkal - a névleges adatokból - határoztuk meg. A mérőszakasz hosszát a szabvány ajánlásának megfelelően alakítottuk ki (5 D mérőperem után, 10 D mérőperem előtt). A mérőperemet és karimáit egyedi gyártásban forgácsolással készítettük, a szabvány ajánlásának megfelelően (1. ábra).



- 1 NABO karima
- 2 NABO cső
- 3 M16 Hif. csavar
- 4 Mérőkarima
- 5 Mérőperem
- 6 Aldát
- 7 M16 Hif. anyó
- 8 Hőmérőszák

1. ábra A mérőszakasz

A mérőszakaszban kerültek elhelyezésre a szabványnak megfelelő módon a nyomásjeladók (2 db) és a hőmérséklet jeladók (2 db). Ezen jeladókat a DÉGÁZ RT. cég által gyártott PTT4001 típusú elektronikus mérő és adatgyűjtő műszerre csatlakoztattuk. A műszerek a fenti adatokon túl a környezeti nyomás és hőmérséklet értékeit is méri, regisztrálják. A készülékben tárolt adatok közvetlen elérhetők, kinyomtathatók, vagy RS232 porton IBM kompatibilis számítógépen feldolgozhatók. A két műszer által regisztrált adatokat mérésazonosító kódok és a pontos dátum ill. időpont alapján vezettük össze értékpárokká.

Készítettünk rövid, de sűrű (5 perces) mintavételezésű és hosszú, ritkább mintavételezésű méréseket egyaránt.

Az elsőként említett módszert a lökésszerű „termelések” keresésére, a másodikat az átlag sűrített levegő fogyasztás meghatározására, illetve a fogyasztás időbeni változásának megismerésére alkalmaztuk.

A mérés során különböző hosszúságú mérési ciklusokat határoztunk meg. Ezen ciklusok alatt a fogyasztók oldaláról jelentkező üzemviteli jellemzőket is megvizsgáltuk. A jellemzők összegyűjtésére - ez műszeres módon nem megvalósítható - adatlapokat célszerű szerkeszteni.

A térfogatáram a mért nyomáskülönbségből a már ismertetett összefüggéssel (2) számítható.

A mérő adatgyűjtő rendszer által regisztrált adatokat egy táblázatkezelő program segítségével rendszereztük. Egy általunk írt algoritmus szerint elvégeztük az adatok SI mértékegységrendszerbe történő átváltásait, és végrehajtottuk a mért hőmérsékletek változása miatt szükséges korrekciókat, majd az elméletiként közölt összefüggések minden egyes adatsorra történő kiszámítását. A számítás adatait és eredményeit táblázatos formában rögzítettük (1. táblázat).

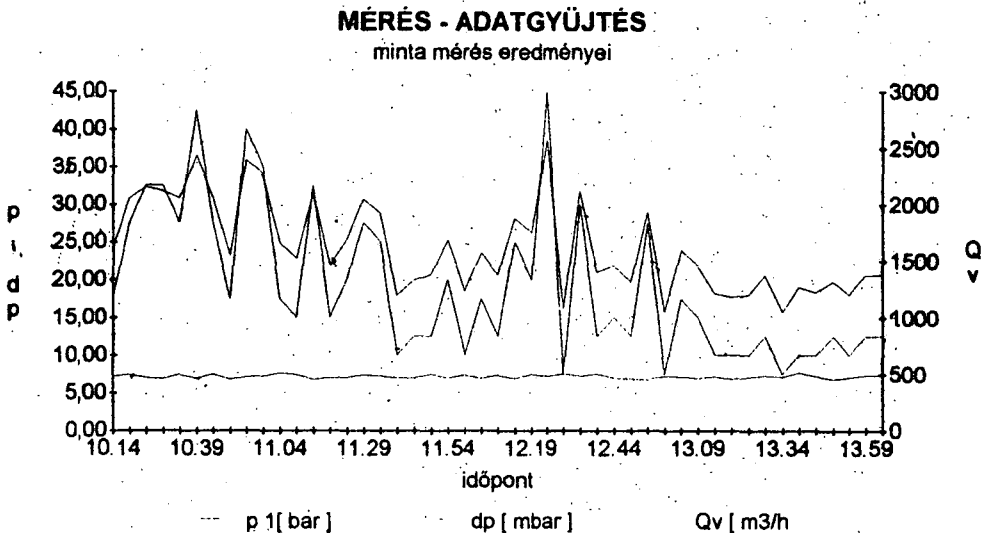
1. táblázat Mérési adatok

Mérésazonosítók:			I. műszer 19406		II. műszer 19501		Nyomás különbség p1 - p2 [mbar]	Levegő sűrűsége politrop. sűrítés [kg/m ³]	Térfogat- áram Qv (p) [m ³ /h]	Térfogat- áram Qv [m ³ /h]
dátum	mérés száma	időpont [h:m:n]	p 1 [mbar]	t becső C	t külső C	p 2 [mbar]				
1995.06.06	2000	16:21	6895	28.60	24.30	6890	5	5.412028166	122.266906	841.8076478
1995.06.06	2000	16:26	7150	28.50	24.30	7145	5	5.57309627	120.4871339	860.2781364
1995.06.06	2000	16:31	7065	28.30	24.30	7060	5	5.51953298	121.0703492	854.1513138
1995.06.06	2000	16:51	7740	28.80	25.00	7738	3	5.944683093	82.49157484	638.0723314
1995.06.06	2000	17:06	7500	28.30	24.90	7498	3	5.795489928	83.54661737	626.1818972
1995.06.06	2000	17:16	7640	28.30	25.00	7638	3	5.882629794	82.92551732	633.1363248
1995.06.06	2000	17:21	7800	28.30	25.00	7798	3	5.981840461	82.23496949	641.0215871
1995.06.06	2000	17:26	7245	28.20	24.90	7243	3	5.635954612	84.72083064	613.3788138
1995.06.06	2000	17:36	7525	27.30	24.50	7523	3	5.811073571	83.43451806	627.4275758
1995.06.06	2000	17:46	7670	26.70	24.00	7668	3	5.901262215	82.79450089	634.6198493
1995.06.06	2000	17:51	7455	26.50	23.90	7453	3	5.767413976	83.74972426	623.9354457
1995.06.06	2000	18:06	7425	25.40	23.00	7420	5	5.745554425	118.6650906	879.9016465
1995.06.06	2000	18:11	7645	25.00	22.70	7640	5	5.882629794	117.2743913	895.3899773
1995.06.06	2000	18:16	7285	24.80	22.60	7283	3	5.661050792	84.53283278	615.3990226
1995.06.06	2000	18:21	7465	24.30	22.30	7460	5	5.770535145	118.4079606	882.7313465
1995.06.06	2000	19:21	7725	21.40	20.90	7718	8	5.929184405	143.0662182	1103.040542
1995.06.06	2000	20:21	6830	20.00	20.00	6823	8	5.367612763	150.3640406	1024.730937
1995.06.06	2000	21:21	6875	19.20	19.70	6865	10	5.39300375	173.2162304	1187.39726
1995.06.06	2000	22:21	7065	18.40	19.00	7058	8	5.516377916	148.3226822	1045.674909
1995.06.06	2000	23:21	7410	18.00	18.70	7398	13	5.726801765	187.9329261	1387.884659
1995.06.06	2000	0:21	6770	17.90	17.90	6758	13	5.323108947	194.9289185	1314.795555
1995.06.06	2000	1:21	7230	17.50	17.80	7220	10	5.617114862	169.7255763	1223.721405
1995.06.06	2000	2:21	7005	17.30	17.70	6985	20	5.462681741	243.3974324	1695.263117

3. A SŰRÍTETT LEVEGŐ HÁLÓZAT MINŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA

a/ A sűrített levegő fogyasztás és rendszernyomás jellemzése

A számítások eredményeit tartalmazó adathalmaz elemzése után a maximum-, minimum- és átlag értékeket célszerű megvizsgálni. A jellemzők változásának dinamikáját diagramok segítségével tehetjük szemléletessé (2. ábra).



2. ábra A jellemző változások dinamikája

%/ A fogyasztás alakulása

A kiértékelt adatokból kiderül, hogy a rendszeren jelentkező fogyasztás igény átlaga a kompresszorok által előállítható maximális mennyiség hány %-a. Előfordulhatnak olyan elvételi csúcsok, melyeket a kompresszorok nem tudnak ellátni, ez esetben a légtartályokban tárolt sűrített levegő kerül felhasználásra. Ügyelni kell azonban arra,

hogy ilyenkor a rendszernyomás értelemszerűen csökken. A vonatkozó ajánlások 20% mennyiségi tartalékot tartanak célszerűnek, a felhasznált sűrített levegő átlagos értékén felül. Erre az esetre célszerű a puffer mennyiségét is méretezni.

c/ A rendszernyomás változása

A hálózatok rendszernyomása általában 8 bar. A fellépő üzemviteli rendellenesség, amely a rendszernyomás ingadozását okozza a fogyasztás ingadozására vezethető vissza. A hirtelen jelentős mennyiség elvételét a kompresszorok nem tudják azonnal pótolni és a tartályok sem jelentenek elegendő puffert.

d/ Kondenzvíz kiválás meghatározása számítással

Közismert, hogy a kompresszor által beszívott nedves levegő - a relatív páratartalomtól függően - több-kevesebb vizet tartalmaz vízgőz formájában. A vízgőz parciális nyomása nem növekszik arányosan a sűrített levegő nyomásával (a folyadékrész összenyomhatatlansága miatt). Ennek következtében, miután a vízgőz nyomása elérte az adott hőmérséklethez tartozó telített gőz nyomását, a további kompresszió során a nedves levegő állapota az "i-x" diagramon is nyomonkövethető köd terület részre esik, vagyis a komprimált nedves levegőből vízkiválás indul meg már a kompresszor sűrítőegységében is. A kompresszorból kilépő levegő rel. páratartalma 100%-os és vízgőz mellett vízceppeket is tartalmaz.

Az alábbi számítási algoritmus segítségével bemutatjuk a hálózat kondenzvíz terhelésének kiszámítási módszerét, feltételezve, hogy az összesűrített levegő relatív nedvességtartalma 100 %.

A beszívási állapotra felírható:

$$p_{sz} \cdot v_{sz} = RT_{sz} \quad (3)$$

A sűrítési állapotra a fenti összefüggés megegyezik, azaz

$$p_s \cdot v_{sp} = RT_s \quad (4)$$

ahol:

p	abszolút nyomás [bar]
T	termodinamikai hőmérséklet [K]
v	fajtérfogat [m ³ /kg]
sz	szívási állapot
R	a levegő gázállandója [kJ/kgK]
s	sűrítési állapot

Fejezzük ki a fajtérfogatokat a térfogatáramok segítségével:

$$v = V/m, \text{ de } Q_v = V/t, \text{ tehát } v = Q_v \tau / m$$

$$\text{azaz} \quad p_{sz} Q_{vsz} / T_{sz} = p_s Q_{vs, (7.5 \text{ bar})} / T_s$$

$$\text{Igy:} \quad Q_{vsz} = p_s Q_{vs, (7.5 \text{ bar})} T_{sz} / T_s p_{sz} \quad [m^3 / h], \quad (5)$$

A kompresszor által beszívott vízmennyiség:

$$W_{bezz} = Q_{sz} \times Q_{vsz} \quad [g \text{ víz} / h] \quad (6)$$

A sűrített levegőben gőz formában jelenlévő víz mennyisége:

$$W_s = Q_{vs, (7.5 \text{ bar})} x \quad [g \text{ víz} / h] \quad (7)$$

Az utóhűtőben kivált vízmennyiség:

$$W_{uk} = W_{bezz} - W_s \quad [g \text{ víz} / h] \quad (8)$$

ahol:

f_{sz} relatív páratartalom

x abszolút nedvességtartalom

Igy a sűrített levegővel tovább áramló víz-gőz mennyisége:

$$W_h = S Q_{vs, (7.5 \text{ bar})} x_s \quad [g \text{ víz} / h] \quad (9)$$

A légtartályban óránként kiváló vízmennyiség:

$$W_{ik} = W_s - W_h \quad [g \text{ víz} / h] \quad (10)$$

A fenti méretezés eredményei az elméleti vízkiválás mennyiségeit jelenti. Mérési tapasztalataink azt mutatják, hogy rendszeres víztelenítés mellett is, folyamatos elvétel esetén, a számított mennyiségnek közel fele kód formájában a hálózatba kerül, ami tovább növeli a hálózat kondenzvíz terhelését.

A hálózatba jutó vízgőz kiválasztásáról gondoskodni kell. Az üzemi tapasztalatok azt mutatják, hogy csak a központi hűtveszáritó és a helyi előkészítők együttes alkalmazása jelent korrekt megoldást a fenti problémára.

3.1 Hálózat mennyiségi és nyomás veszteségei

A kompresszorok által szállított sűrített levegő mennyisége a fogyasztóknak akkor megfelelő, ha azokat az előírt nyomáson a 100%-os teljesítmény leadásához szükséges mennyiségű levegővel látja el. A mennyiségi veszteségek a szivárgásokból, indokolatlan kifúvásokból és a rosszul méretezett pneumatikus hajtásokból erednek.

A sűrített levegő továbbításakor a hálózaton a súrlódásból adódóan különböző veszteségek ébrednek, melyek nyomásesés formájában jelennek meg. A hálózatba épített elemek - tolózárak, idomok, stb. - relatíve nagy ellenállását az egyenes csőszakaszok ellenállása is növeli. Természetesen a szerelvényeket elhagyni nem lehet, így az egyenes csőszakaszok méretezésére kell nagy gondot fordítani. Energetikai szempontból az optimális sűrített levegő ellátás érdekében az alábbi szigorú normákat célszerű betartani:

Ajánlott csővezetéki nyomásesések:

gerincvezeték:	0.01 bar
elosztóvezeték:	0.03 bar
csatlakozó vezeték:	0.03 bar
csővezeték összesen:	0.07 bar
levegő szárító és szűrő:	0.10 bar
hálózati elemek:	0.80 bar

A teljes sűrített levegő hálózaton: 0.97 bar nyomásesés engedhető meg.

Ezen szigorú előírások oka az, hogy 0,1 bar nyomásesés 0,8 kWh energiaveszteséget jelent 1 m³/h sűrített levegőre vonatkoztatva.

A hálózati nyomásveszteségek meghatározására az alábbi algoritmust célszerű alkalmazni:

Egyenes csőszakasz vesztesége:

$$\lambda p_e = l (l/d) (v/2)^2 \text{ [Pa]} \quad (11)$$

$$\lambda = 64 / \text{Re}, \text{ ha } \text{Re} < 2320 \text{ és } l = 0.1364 / \text{Re}^{1/4}, \text{ ha } 2320 < \text{Re} < 10^5 \text{ Re} = D v r / \eta$$

Idomok vesztesége:

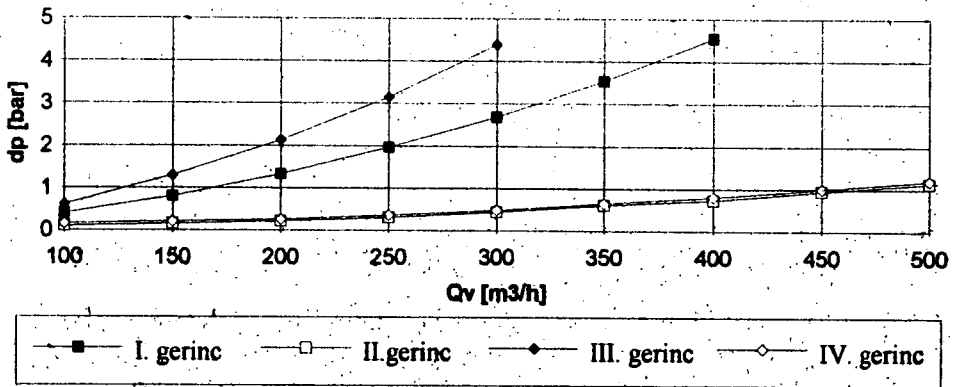
$$\Delta p_i = (\xi r v^2) / 2 \text{ [Pa]} \quad (12)$$

A teljes veszteség a részveszteségek összege, vagyis a nyomásesés:

$$\Sigma Dp = \Sigma D_{pe} + \Sigma D_{pi} \quad (13)$$

Az algoritmus alapján elvégzett ellenőrző számítással a valós felmérés adatai mellett célszerű meghatározni a szakirodalomban ajánlott áramlási sebességekhez tartozó hálózati veszteségértéket is (3. ábra).

Az elosztógerincek nyomásesése



3. ábra Gerincvezeték valós és elméleti veszteségei

3.2 A hálózat energetikai rendszerelemzése

Ahhoz, hogy energetikai szempontból nyomon követhessük a rendszer fajlagos energia-felhasználását, fajlagos energia-felhasználási mutató képzésére és energia-nyilvántartási rendszer szervezésére van szükség.

A kompresszorokban a levegő kompressziója politrópusan megy végbe. A politrópus állapotváltozásnál a kompresszor munkaszüksége:

$$w_{\text{poli}} = [(np_1 v_1) / (n-1)] [(p_2 / p_1)^{(n-1)/n} - 1] \text{ [kJ/kg]} \quad (14)$$

ahol

- n politrópus kitevő
 p_1 levegő absz. nyomása a kompresszió előtt
 p_2 levegő absz. nyomása a kompresszió után
 v_1 a beszívott levegő fajtérfogata

A kompresszor villamos teljesítmény szüksége:

$$P_k = w_{\text{poli}} / h_k \quad h_k \text{ a kompresszor hatásfoka [kW]} \quad (15)$$

A hálózatról felvett teljesítmény:

$$P_h = P_k / \eta_m = w_{\text{poli}} / \eta_k \eta_m \quad \eta_m \text{ a mechanikai hatásfok} \quad (16)$$

A kompresszor fajlagos energia-felhasználási mutatója az alábbi összefüggéssel határozható meg:

$$d = \phi / Q_{\text{elm}} \text{ [kWh/m}^3\text{]} \text{ vagy [kWh/1000m}^3\text{]} \quad (17)$$

ahol

- ϕ a kompresszor adott időszakra vonatkozó villamos energia szüksége
 $\phi = P_h t_k$ és t_k az üzemelés ideje, Q_{elm} pedig a szállított levegő mennyiség.

Az energia-nyilvántartási rendszer szervezéshez szükséges mérni-regisztrálni a sűrített levegő hálózat alábbi paramétereit:

- Q^0 az üzemi összes levegőfogyasztás,
 p_2 a komprimált levegő végnyomása,
 t_k a kompresszorok üzemelési ideje és a
 P_h a villamos hálózatról felvett teljesítményt.

A mért adatok alapján, valamint a részletezett algoritmus segítségével az időszakosan meghatározott (havi, n. évi, f. évi, évi) fajlagos mutatókat, célszerű folyamatosan értékelni és a fajlagos mutató változása esetén a szükséges műszaki intézkedéseket megtenni.

4. SŰRÍTETT LEVEGŐ HÁLÓZAT GAZDASÁGOS ÜZEMELTETÉSÉNEK FELTÉTELEI

A sűrített levegő hálózat fő elemeinek célszerű kialakítását az üzemeltetés szempontjából kell vizsgálni.

A KOMPRESSZORHÁZ vizsgálata során a kompresszorok típusa, darabszáma, üzemmódja mellett az üzemelésük körülményeit is célszerű megvizsgálni. Figyelmet kell fordítani a kompresszorház üzemén belüli elhelyezkedésére - gondolva az ellátandó helyek távolságára -, és az egyéb technológiák zavaró hatására. Ez utóbbira példa a Magyarországon gyakorlattá vált kompresszorház és hűtőkompresszor-kondenzátortelep szomszédos elhelyezése. Ez esetben közel 100%-os rel. páratartalmú környezetből kerül a sűrítendő levegő beszívásra. Ennek következtében a beszívott levegő nagy mennyiségű vízgőzt tartalmaz, amely felesleges energia többletet kíván sűrítéskor és rontja a rendszer összhatásfokát.

További műszaki problémát okoz a kompresszorok üzemében, hogy ha a rendelkezésre álló kompresszorház térfogata túl kicsi, vagy ha a beáramlást szolgáló szabad felületek kicsik. Fentiek a kompresszorok üzemközbeni melegeledését okozzák. Figyelmet érdemel a kompresszorokat a hálózattal összekötő gyűjtő gerincek kialakítása is. Itt a vonalvezetést és a megfelelő keresztmetszet megválasztását kell ellenőrizni. A kompresszorházban célszerű a sűrített levegő tisztítását biztosító szűrő és vízleválasztó rendszer elhelyezése.

A kompresszorok általában PUFFERTARTÁLYOK-ra dolgoznak, melyek az előállított és a felhasznált sűrített levegő mennyiségét hivatottak kiegyenlíteni. A tartályok méretének jó megválasztása üzemviteli szempontból fontos. A felállítás helyére és a szerelvényezettségre vonatkozóan pedig a NYEBSZ előírásait kell irányadónak tekinteni.

A sűrített levegő hálózat CSŐVEZETÉK-i részén a gerincvezetékek megfelelő átmérőjének biztosítása mellett a szakaszoló szerelvények mennyisége, elhelyezése, átmérők-átmérőváltozások is nagy figyelmet érdemelnek. A csővezetékek színjelölése, az induló gerincek feliratozása, a szerelvények üzemállapotának jelölése üzemeltethetőség szempontjából fontos. Az MSZ 09-00.0294-1988 számú szabvány előírása szerint a levegő hálózat csőátmérőjének megválasztásakor figyelembe kell venni a 10-25 m/s ideális áramlási sebességet. Ez alapján kell a névleges átmérőt megválasztani. Számtalan üzemviteli probléma (nyomáscsökkenés) okozója lehet a szabványoktól való eltérés. Hasonlóan energia-felhasználás növekedést okoz az, hogy a csőhálózat kiépítése során alkalmazott ívek számtalan helyen eltérnek az előírtaktól ($R = 3 - 5 D$).

A fogyasztók ellátását a gerincekről vagy algerincekről ún. LEÁLLÁSOK-kal oldják meg. Ezen leállásokat a gerincek felső részéből induló 180°-os csőívekkel kell

leágaztatni. Ennek az az oka, hogy a gerincben a kondenzvízgyűjtő felé vezetett víz a gerincből ne juthasson a fogyasztói ellátó leállásba.

A hálózat és a fogyasztók kapcsolódási pontjait jelentő LEVEGŐELŐKÉSZÍTŐ egységek többféle kialakításban, általában modul rendszerben készülnek. Így kialakítható szűrő, nyomásszabályzó, olajszó valamint ezek kombinációját megvalósító tápegység. Az előkészítő kivétel az adott felhasználási terület határozza meg. Az előkészítők elhelyezésénél figyelembe kell venni, hogy ezen eszközök napi karbantartást igényelnek (kondenz leeresztés, olajfeltöltés). Olyan helyeken, ahol ez nem lehetséges, automata egységeket szükséges elhelyezni.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Baróti I. (1993): *Energiafelhasználói kézikönyv. Környezettechnika szolgáltató Kft., Budapest.*
2. Takáts P. (1989): *Sűrített levegő rendszerek. ARIADNE Kft, Budapest.*
3. Elek I. és Hudáky, J. (1979): *Az ipari pneumatika alapjai. INTERPRESS Kiadó, Budapest.*
4. Bohl W. (1983): *Műszaki áramlásstan. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.*
5. Blaho M. és Gruber, J. (1973): *Folyadékok mechanikája. Tankönyvkiadó, Budapest.*
6. Beke, Gy., Vas, A. és Szabó G.; (1994): *Hőtechnika a mezőgazdasági és az élelmiszeripari gépészetben Agroinform Kiadó és Nyomda KFT, Budapest.*

SZABVÁNYOK

MSZ-09-00.0294-1988

Légkompresszortelepek és levegőhálózatok tervezése.

MSZ 2980

Csővezetékek. Csővezetékek színjelölése.

MSZ KGST 254

Csővezetékek névleges átmérőjének megválasztása.

MSZ 2830

Acélcsőív megválasztása.

MSZ 19783/1-2-82

Kompresszorok és pneumatikus gépek fogalom-meghatározásai.

PNEUROP 6611/84

Sűrített levegő minőségi osztályai.

DIN 1952

Szabványos mérőperem.

ISO 8778/1990

Légköri normálállapot

ENERGETICAL MEASUREMENT OF PRESSED AIR SYSTEM IN FACTORY

G. SZABÓ⁽¹⁾, E. FORGÁCS⁽¹⁾ and A. KOLTAI⁽²⁾

*University of Horticulture and Food Industry
College of Food Industry
H-6701 Szeged, P.O. Box 433*

ABSTRACT

The paper covers some of the most important aspects of producing, distributing and utilizing pressed air in relation with energetics.

In case of industrial networks the required amount of pressed air cannot be determined only by the values indicated on the data-sheet of compressors, but the actual air-consumption should also be measured. Since there is no accurate method to calculate the exact amount of pressed air required by the consumers at their joining points, there should be a through measuring method installed.

The following measurement intends to identify the quantitative and qualitative characteristics of the utilised pressed air.

The authors try to call the experts' attention to those weak spots where most of the loss of energy occurs in systems of pressed air and also give assistance for engineers to reconstruct existing networks of pressed air so as to construct an optimal system in terms of energetics as well.